ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201812.00551v1

大豆黄酮对产蛋后期地方蛋鸡生产性能、蛋品质和血浆激素指标的影响

肖蕴祺　王　强　童海兵　施寿荣*

（中国农业科学院家禽研究所，扬州 225125）

摘　要：本试验旨在研究饲粮中添加大豆黄酮对产蛋后期地方蛋鸡生产性能、蛋品质和血浆激素指标的影响。试验选用体重及产蛋率相近的 55 周龄如皋黄鸡蛋鸡 192 只，随机分为 2 组，每组 6 个重复，每个重复 16 只鸡。对照组饲喂基础饲粮，试验组饲喂在基础饲粮中添加 60 mg/kg 大豆黄酮的试验饲粮。预试期 2 周，正试期 14 周。结果表明：1）试验组产蛋率显著高于对照组（$P<0.05$），试验组死亡率、平均蛋重、平均日采食量和料蛋比与对照组相比较差异不显著（$P>0.05$）。2）试验组鸡蛋哈氏单位显著高于对照组（$P<0.05$），试验组其他蛋品质指标与对照组相比较差异不显著（$P>0.05$）。3）试验组血浆雌二醇（E_2）含量显著高于对照组（$P<0.05$），试验组血浆卵泡刺激素（FSH）含量显著低于对照组（$P<0.05$），试验组其他血浆激素指标与对照组相比较差异不显著（$P>0.05$）。综上所述，饲粮添加 60 mg/kg 大豆黄酮能改善产蛋后期地方蛋鸡生产性能、蛋品质以及血浆激素指标。

关键词：大豆黄酮；蛋鸡；生产性能；蛋品质；激素

中图分类号：S831.5　　　　　　　　文献标识码：　　　　　　　　　　文章编号：

大豆黄酮（daidzein）广泛地存在于豆类、红三叶草、葛根等天然植物中。由于其结构与雌二醇（E_2）类似，并且能与雌二醇受体（ERs）结合，因此又被视为植物雌激素[1]。大豆黄酮具有改善更年期妇女症状、降低癌症风险、抗氧化等作用[2]。随着大豆黄酮在人类健康方面的应用的增加，其作为动物饲料添加剂在动物饲养方面的研究也越来越受到重视。当蛋鸡进入产蛋后期时，卵巢机能开始衰退，雌激素含量下降，这些变化不仅引起产蛋率降低，也易对蛋品质造成影响，如易产沙壳蛋、软壳蛋等。因此，研究大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡的影响对于增加蛋鸡产蛋时间、提高饲养的经济效益具有重要意义。已有在各种禽类上的研究表明，添加大豆异黄酮能显著改善生产性能[3-6]。许多研究包括本课题组前期研究也发现，饲粮中添加适量大豆黄酮能显著提高产蛋后期海兰褐蛋鸡或蛋种鸡的产蛋性能[7-11]。但大豆黄酮在地方蛋鸡上应用的相关报道较少，因此，本试验拟选用如皋黄鸡蛋鸡为模型，研究饲粮中添加大豆黄酮对蛋鸡生产性能、蛋品质和血浆激素指标的影响，为今后地方鸡种的优良饲养提供可靠的依据。

1　材料与方法

收稿日期：2017-09-20

作者简介：肖蕴祺（1985-），女，江苏常州人，实验师，硕士，从事动物饲料营养研究。E-mail: xiaoyunqi124@163.com

*通信作者：施寿荣，副研究员，硕士生导师，E-mail: ssr236@163.com

1.1 试验材料与动物

试验材料为大豆黄酮（4,7－二羟基异黄酮＞97.5%），白色粉末状，四川广汉生化制品有限公司提供。试验动物为如皋黄鸡蛋鸡。

1.2 试验设计

选取体重及产蛋率接近的 55 周龄如皋黄鸡蛋鸡 192 只，随机分为 2 组，每组 6 个重复，每个重复 16 只鸡。对照组饲喂基础饲粮，试验组饲喂在基础饲粮中添加 60 mg/kg 大豆黄酮的试验饲粮（根据本实验室前期在海兰褐蛋鸡上的研究结果，大豆黄酮的添加量选取 60 mg/kg[9]）。基础饲粮组成及营养水平见表 1。预试期 2 周，正试期 14 周。

表 1 基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis) %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	61.00
豆粕 Soybean meal	27.64
豆油 Soybean oil	1.00
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.43
石粉 Limestone	8.20
DL-蛋氨酸 *DL*-Met	0.10
食盐 NaCl	0.30
胆碱 Choline	0.10
矿物质预混料 Mineral premix[1)]	0.20
维生素预混料 Vitamin premix[2)]	0.03
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels[3)]	
代谢能 ME/(MJ/kg)	26.50
粗蛋白质 CP	16.50
钙 Ca	3.54
总磷 TP	0.57
有效磷 AP	0.40

chinaXiv:201812.00551v1

赖氨酸 Lys	0.91
蛋氨酸 Met	0.35

1) 矿物质预混料为每千克饲粮提供 The mineral premix provided the follow per kg of the diet: Cu 20 mg，Fe 144 mg，Zn 144 mg，Mn 120 mg，I 0.96 mg，Se 0.7 mg，Co 1 mg。

2) 维生素预混料为每千克饲粮提供 The vitamin premix provided the follow per kg of the diet: VA 13 500 IU，VD_3 3 900 IU，VE 30 IU，VK_3 4.8 mg，VB_1 3 mg，VB_2 7.5 mg，VB_6 6 mg，VB_{12} 0.024 mg，叶酸 forlic acid 1.5 mg，生物素 biotin 0.18 mg，烟酸 niacin 45 mg，泛酸钙 calcium pantothenate 18 mg。

3)代谢能为计算值，其余为实测值。ME was a calculated value, while the others were measured values.

1.3 饲养管理

试验鸡采用阶梯式笼养，每天定时饲喂 2 次（08:00 和 15:00），自由采食和饮水，常规饲养管理，2 组完全相同。

1.4 测定指标和方法

1.4.1 生产性能

每天 15:00 准时收蛋，以重复为单位准确记录产蛋数、破畸蛋数、蛋重及鸡死亡数。每周末定时结料，称重。根据产蛋记录表，计算死亡率、产蛋率、平均日采食量、平均蛋重及料蛋比。

1.4.2 蛋品质

试验期 16 周时，每个重复随机挑选 3 枚鸡蛋，即每组 18 枚鸡蛋进行蛋品质检测。检测指标包括鸡蛋蛋形指数、蛋壳厚度、蛋黄比例、蛋白比例、蛋壳比例、蛋壳强度、蛋白高度、哈氏单位。使用主要仪器包括蛋壳厚度测定仪、蛋壳强度测定仪（以色列 ORKA 公司）、CM-2300d 分光测色仪（日本 MINOLTA 公司）、电子数显卡尺（广陆数字测控股份有限公司）等。

1.4.3 血浆激素指标

试验结束时，每个重复选取 2 只鸡翅静脉采血 3 mL，注入抗凝管中，3 000 r/min 离心 10 min，收集上清，采用放射免疫分析法（RIA）分别检测血浆 E_2、孕酮（P_4）、卵泡刺激素（FSH）、黄体生成素（LH）、甲状腺素(T_4)、三碘甲状原氨酸(T_3)的含量。试剂盒均由北京北方生物技术研究所有限公司提供。

chinaXiv:201812.00551v1

chinaXiv:201812.00551v1

1.5　数据处理

整理后的数据用 SPSS 21.0 统计软件进行数据统计，采用 *t* 检验分析各指标组间差异显著性，*P*<0.05 表示差异显著。结果以平均值±标准误（mean±SE）表示。

2　结　果

2.1　大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡死亡率及生产性能的影响

大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡死亡率及生产性能的影响见表 2。由表可知，大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡产蛋率有显著影响（*P*<0.05）；与对照组相比，试验组产蛋率提高了 3.4%（*P*<0.05）。大豆黄酮对蛋鸡平均日采食量、平均蛋重、料蛋比以及死亡率均无显著影响（*P*>0.05）。

表 2　大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡死亡率及生产性能的影响

Table 2　Effects of daidzein on mortality and performance of laying hens during late laying cycle

项目 Items	大豆黄酮添加水平 Daidzein supplemental level/(mg/kg)		*P* 值 *P*-value
	0	60	
死亡率 Mortality/%	4.17	2.08	0.544
产蛋率 Egg laying rate/%	70.68±0.84[a]	74.08±0.77[b]	0.021
平均日采食量 ADFI/(g/d)	92.06±0.52	92.04±1.48	0.991
平均蛋重 AEW/g	45.48±0.26	45.39±0.23	0.808
料蛋比 Feed/egg	2.89±0.03	2.76±0.06	0.111

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），相同或无字母表示差异不显著（*P*>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05). The same as below.

2.2　大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡蛋品质的影响

大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡蛋品质的影响见表 3。由表可知，大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡蛋品质中的哈氏单位有显著影响（*P*<0.05），试验组哈氏单位显著高于对照组（*P*<0.05）。大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡蛋品质中的其余指标均没有显著影响（*P*>0.05）。

表 3　大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡蛋品质的影响

Table 3　Effects of daidzein on egg quality of laying hens during late laying cycle

项目 Items	大豆黄酮添加水平 Daidzein supplemental level/(mg/kg)		*P* 值 *P*-value
	0	60	
蛋形指数 Shape index	1.37±0.01	1.32±0.02	0.160
蛋壳厚度 Shell thickeness/mm	0.32±0.02	0.33±0.01	0.556
蛋黄比例 Yolk ratio/%	33.57±0.81	32.16±0.71	0.236
蛋白比例 Egg white ratio/%	56.06±1.17	57.94±0.74	0.223
蛋壳比例 Shell ratio/%	10.37±0.73	9.90±0.22	0.559
蛋壳强度 Shell strength/kgf	2.56±0.40	3.37±0.10	0.098
蛋白高度 Albumen height/mm	3.44±0.26	3.63±0.20	0.595
哈氏单位 Haugh unit	57.46 ± 1.36^{a}	64.49 ± 1.63^{b}	0.016

2.3 大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡血浆激素指标的影响

大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡血浆激素指标的影响见表 4。由表可知，大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡血浆 E_2 和 FSH 含量有显著影响（P<0.05），试验组血浆 E_2 含量显著高于对照组（P<0.05），试验组血浆 FSH 含量显著低于对照组（P<0.05）。大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡其他血浆激素指标均无显著影响（P>0.05）。

表 4 大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡血浆激素指标的影响

Table 4 Effects of daidzein on plasma hormone indices of laying hens during late laying cycle

项目 Items	大豆黄酮添加水平 Daidzein supplemental level/(mg/kg)		*P* 值 *P*-value
	0	60	
孕酮 P_4/(ng/mL)	0.51±0.10	0.59±0.12	0.610
雌二醇 E_2/(pg/mL)	787.94 ± 148.44^{a}	$1\,338.93\pm150.99^{b}$	0.027
黄体生成素 LH/(mIU/mL)	8.44±0.95	11.76±3.18	0.345
卵泡刺激素 FSH/(mIU/mL)	3.25 ± 0.44^{a}	1.54 ± 0.70^{b}	0.043
三碘甲腺原氨酸 T_3/(ng/mL)	1.04±0.16	1.21±0.12	0.447

chinaXiv:201812.00551v1

甲状腺素 T_4/(ng/mL)	38.96±3.41	50.00±5.22	0.084

3 讨　论

3.1　大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡生产性能的影响

作为天然植物雌激素的一种，大豆黄酮的结构与17β-E_2相似，因此其既有雌激素活性，也具有抗氧化能力[12]。而不少研究发现，产蛋后期添加适量的大豆黄酮可显著改善禽类的产蛋性能。Ni等[4]研究发现，饲粮中添加10 mg/kg大豆黄酮能显著提高45日龄伊莎褐鸡的产蛋率。Zhao等[6]发现，饲粮中添加10、20 mg/kg大豆黄酮提高了浙东白鹅的繁殖性能。赵凤岐等[13]的研究发现，将添加10、15 mg/kg大豆黄酮的饲粮饲喂44周龄海兰褐鸡12周后，蛋鸡产蛋率得到显著提高。顾欢等[9]的研究表明，在产蛋后期蛋鸡基础饲粮中添加10 mg/kg大豆黄酮能显著提高蛋重，而添加50 mg/kg大豆黄酮则显著提高产蛋率，降低料蛋比，对平均日采食量没有显著影响。本研究结果表明，饲粮中添加60 mg/kg大豆黄酮能显著提高产蛋后期蛋鸡的产蛋率，该结果与顾欢等[9]的结果相似。推测可能大豆黄酮能发挥雌激素作用，有效改善产蛋后期动物体内雌激素缺乏的现象，促进卵泡发育[5]。而也有不少研究报道，仅需少量大豆黄酮（10~20 mg/kg）就可显著改善蛋鸡产蛋性能，出现这种不完全一致的结果可能跟试验动物对添加剂的敏感性、添加日龄等多方面因素有关，具体机制有待进一步研究。

3.2　大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡蛋品质的影响

禽类产蛋是一个复杂的生理过程，包括卵巢生长、卵黄沉积、形成等级卵泡、形成蛋壳等。蛋壳的形成受到很多因素的调节，一些研究发现，在肉种蛋鸡产蛋后期添加10 mg/kg大豆黄酮可显著增加蛋壳厚度、蛋壳比重及蛋壳强度，其可能机制为大豆黄酮能降低破骨细胞中钙离子浓度，同时提高机体对钙离子的吸收，最终提高了蛋壳中钙含量[14-16]。本试验在产蛋后期蛋鸡饲粮中添加60 mg/kg大豆黄酮，鸡蛋的蛋壳厚度、蛋壳强度等没有显著影响，与上述结果不一致，可能与动物日龄、添加时间等有关系，但确切原因尚不清楚。哈氏单位是衡量鸡蛋品质的重要指标，已知哈氏单位越高，表示蛋清黏稠度越好，蛋清品质越高[17]。以往研究发现，产蛋后期肉种鸡饲粮中添加10 mg/kg大豆黄酮显著提高了蛋清的哈氏单位，提高了种蛋的新鲜度[14]。本试验中，饲粮中添加60 mg/kg大豆黄酮显著提高了哈氏单位，说明饲粮中添加适量大豆黄酮改善了鸡蛋蛋白质量。因此，适量添加大豆黄酮可以增加鸡蛋新鲜度，增加鸡蛋品质。

chinaXiv:201812.00551v1

chinaXiv:201812.00551v1

3.3　大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡血浆激素指标的影响

在禽类产蛋过程中，体内的激素在神经内分泌的调节下发生不同的变化。已有研究发现，大豆黄酮可与下丘脑、垂体的 ERs 结合，从而改善生殖机能[18]。雌激素在生殖轴中起着关键作用，采用 50 周龄农大 3 号矮小型蛋鸡为动物模型，发现饲粮中添加 10 mg/kg 大豆黄酮可显著提高血浆 E_2 含量[19]。同样，在 70 周龄海兰褐蛋鸡的研究发现，饲粮中添加 15 mg/kg 大豆黄酮对 E_2 的分泌有显著促进作用[8]。Zhao 等[20]发现大豆黄酮可以提高 402 日龄绍兴鸭的血浆 E_2 以及 T_4 含量，同时伴随产蛋率的上升，说明雌激素可能参与了大豆黄酮的作用。本试验与上述研究结果一致，饲粮中添加 60 mg/kg 大豆黄酮使蛋鸡血浆 E_2 含量提高了约 70%。FSH 是一种由垂体分泌的蛋白质激素，可促进卵泡的发育，有研究发现，更年期女性血浆 E_2 含量下降，FSH 含量升高[21]。在老龄雌性大鼠上研究发现，添加大豆黄酮显著提高了血浆 E_2 含量，降低了 FSH 含量[22]。本研究与上述结果相同，试验组血浆 FSH 含量显著低于对照组。而在推测产蛋后期时，蛋鸡所处生理状态与更年期女性或老龄雌鼠类似，添加大豆黄酮后，提高了机体内的雌激素含量，恢复或部分恢复产蛋高峰期时的 E_2 分泌，降低过高的 FSH 含量通过调节下丘脑-垂体-卵巢轴的相对平衡来缓解产蛋后期蛋鸡的卵巢功能衰退，从而延迟产蛋高峰期，提高产蛋率。

4　结　论

本试验条件下，饲粮中添加 60 mg/kg 大豆黄酮能改善产蛋后期地方蛋鸡生产性能及蛋品质，调控蛋鸡内分泌激素含量。

参考文献：

[1] MESSINA M.Soy and health update:evaluation of the clinical and epidemiologic literature[J].Nutrients,2016,8(12):754.

[2] ZAHEER K,AKHTAR M H.An updated review of dietary isoflavones:nutrition,processing,bioavailability and impacts on human health[J].Critical Reviews in Food Science and Nutrition,2017,57(6):1280–1293.

[3] AKDEMIR F,SAHIN K.Genistein supplementation to the quail:effects on egg production and egg yolk genistein,daidzein,and lipid peroxidation levels[J].Poultry Science,2009,88(10):2125–2131.

[4] NI Y D,ZHU Q,ZHOU Z L,et al.Effect of dietary daidzein on egg production,shell quality,and gene expression of *ER-α*,*GH-R*,and *IGF-IR* in shell glands of laying hens[J].Journal of Agricultural and Food Chemistry,2007,55(17):6997–7001.

[5] LIU H Y,ZHANG C Q.Effects of daidzein on messenger ribonucleic acid expression of gonadotropin receptors in chicken ovarian follicles[J].Poult Science,2008,87(3):541–545.

[6] ZHAO X,SHAO T,WANG Y Q,et al.The phytoestrogen daidzein may affect reproductive performance of *Zhedong* white geese by regulating gene mRNA levels in the HPG

axis[J].British Poultry Science,2013,54(2):252–258.
[7] 邵丹,胡艳,王强,等.大豆黄酮对产蛋后期蛋种鸡生产性能、激素水平和繁殖性能的影响[J].中国家禽,2016,38(20):28–32.
[8] 曹满湖,罗理成,孙佳静,等.大豆异黄酮对产蛋后期蛋鸡卵巢机能的影响[J].动物营养学报,2016,28(8):2458–2464.
[9] 顾欢,施寿荣,童海兵,等.大豆黄酮对产蛋后期蛋鸡生产性能、血液指标和经济效益的影响[J].动物营养学报,2013,25(2):390–396.
[10] SHI S R,GU H,CHANG L L,et al.Safety evaluation of daidzein in laying hens:part Ⅰ.Effects on laying performance,clinical blood parameters,and organs development[J].Food and Chemical Toxicology,2013,55:684–688.
[11] SHI S R,SHEN Y R,CHANG L L,et al.Safety evaluation of phytosterols in laying hens:effects on laying performance,clinical blood parameters,and organ development[J].Poult Science,2014,93(3):545–549.
[12] THAM D M,GARDNER C D,HASKELL W L.Clinical review 97:potential health benefits of dietary phytoestrogens:a review of the clinical,epidemiological,and mechanistic evidence[J].The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism,1998,83(7):2223–2235.
[13] 赵凤岐,黄毅,曹谨玲,等.大豆黄酮对产蛋鸡生产性能、血液指标及激素分泌的影响[J].核农学报,2008,22(6):892–897,912.
[14] 倪迎冬,洪文杰,任灵芝,等.大豆黄酮对母鸡蛋品质及后代仔鸡肉品质的影响[J].畜牧兽医学报,2007,38(11):1188–1194.
[15] ARJMANDI B H,KHALIL D A,HOLLIS B W.Soy Protein:its effects on intestinal calcium transport,serum vitamin d,and insulin-like growth factor-i in ovariectomized rats[J].Calcified Tissue International,2002,70(6):483–487.
[16] KAJIYA H,OKABE K,OKAMOTO F,et al.Protein tyrosine kinase inhibitors increase cytosolic calcium and inhibit actin organization as resorbing activity in rat osteoclasts[J].Journal of Cell Physiology,2000,183(1):83–90.
[17] 李小利.哈氏单位是检验鸡蛋品质的重要指标[J].检验检疫学刊,2013,23(2):48–49,72.
[18] 张响英,唐现文,刘海霞,等.大豆黄酮对白羽番鸭繁殖性能及相关激素水平的影响[J].家畜生态学报,2008,29(6):43–45,52.
[19] 弓琴,呙于明,袁建敏.大豆黄酮与染料木黄酮对产蛋鸡生殖内分泌和蛋品质的影响[J].饲料研究,2009(4):1–3.
[20] ZHAO R Q,ZHOU Y C,NI Y D,et al.Effect of daidzein on egg-laying performance in Shaoxing duck breeders during different stages of the egg production cycle[J].British Poultry Science,2005,46(2):175–181.
[21] 俞梅珍.更年期妇女血清 E_2 和 FSH 水平的变化及其与骨密度的相关性[J].中国老年学杂志,2014,34(21):6035–6037.
[22] 张涛,王秋英,唐海涛,等.大豆异黄酮对老龄雌性大鼠血清性激素水平影响[J].中国公共卫生,2015,31(8):1041–1043.

Effects of Daidzein on Performance, Egg Quality and Plasma Hormone Indices of Local Laying Hens during Late Laying Cycle

chinaXiv:201812.00551v1

ChinaXiv合作期刊

XIAO Yunqi WANG Qiang TONG Haibing SHI Shourong*

(*Poultry Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Yangzhou* 225125, China)

Abstact： This experiment was conducted to investigate the effects of dietary daidzein on performance, egg quality and plasma hormone indices of local laying hens during late laying cycle. A total of 192 fifty-five-week-old *Rugao* yellow laying hens with similar body weight and laying rate were randomly assigned to 2 groups with 6 replicates in each group and 16 hens in each replicate. Hens in the control group were fed a basal diet, the others in the experimental group were fed the basal diet supplemented with 60 mg/kg daidzein. The pre-test period lasted for 2 weeks and the trial period lasted for 14 weeks. The results showed as follows: 1) the laying rate of experimental group was significantly higher than that of control group ($P<0.05$), however, the mortality, average egg weight, average daily feed intake and ratio of feed to egg had no significant differences compared with the control group ($P>0.05$). 2) The egg Haugh unit of experimental group was significantly higher than that of control group ($P<0.05$), however, the other egg quality indices had no significant differences compared with the control group ($P>0.05$). 3) The plasma estradiol content of experimental group was significantly higher than that of control group ($P<0.05$), the plasma follicle stimulating hormone content of experimental group was significantly lower than that of control group ($P<0.05$), however, the other plasma hormone indices had no significant differences compared with the control group ($P>0.05$). In conclusion, dietary supplemented with 60 mg/kg daidzein can improve performance, egg quality and plasma hormone indices of local laying hens during late laying cycle.

Key words: daidzein; aying hens; performance; egg quality; hormone

chinaXiv:201812.00551v1

*Corresponding author, assistant professor, E-mail: ssr236@163.com (责任编辑 武海龙)